

Área: Genética e Melhoramento

ANÁLISE DE TRILHA EM LINHAGENS DE FEIJÃO-CAUPI DE TEGUMENTO E COTILÉDONE VERDES AVALIADAS PARA FEIJÃO VERDE: CARACTERES NUTRICIONAIS E CULINÁRIO

Fabício Napoleão Andrade¹; Maurisrael de Moura Rocha²; Regina Lúcia Ferreira Gomes¹; Lígia Renata Almeida da Silva³; Kaesel Jackson Damasceno e Silva²; Francisco Rodrigues Freire Filho²

¹Engº Agrônomo, Professor/Pesquisador, Universidade Federal do Piauí, Campus Universitário Ministro Petrônio Portela, Ininga, Teresina, PI. E-mail: fabricionapoleao@yahoo.com.br.

²Engº Agrônomo, Pesquisador, Embrapa Meio-Norte, Av. Duque de Caxias 5650, Teresina, PI.

³Engº Agrônoma, Pós-Graduanda, Universidade Estadual Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Av. Alberto Lamego 2000, Campos de Goytacazes, RJ.

Resumo – O objetivo deste trabalho foi estimar os efeitos diretos e indiretos de caracteres nutricionais e culinário sobre a produtividade de grãos verdes em 24 genótipos de feijão-caupi, por meio da análise de trilha. O experimento foi conduzido no campo experimental da Embrapa Meio-Norte em Teresina, PI, no ano de 2009, sob condições irrigadas. Adotou-se o delineamento de blocos completos casualizados, com quatro repetições. Os caracteres avaliados foram os seguintes: produtividade de grãos verdes (PGV), tempo de cocção (TC), teor de proteína bruta (TPB), teor de ferro (TFe) e teor de zinco (TZn). Estimaram-se os efeitos diretos e indiretos de caracteres nutricionais e culinário sobre a PGV, por meio da análise de trilha. O TPB foi, dentre os caracteres nutricionais e culinário, o que mais influenciou diretamente a PGV. A seleção visando o aumento da PGV dificilmente trará ganhos para o TFe para o grupo de genótipos avaliados.

Palavras-chave: *Vigna unguiculata*, efeitos direto e indireto, seleção, melhoramento.

Introdução

A produção e o consumo de feijão-verde representam um mercado altamente promissor para o feijão-caupi, tornando-se uma boa opção de renda para os agricultores familiares (ANDRADE et al., 2005).

Análise de trilha, método desenvolvido por Wright (1921), permite a partição dos coeficientes de correlações em efeitos diretos e indiretos. Cruz e Carneiro (2003) definem o coeficiente de trilha ou análise de causa e efeito como um coeficiente de regressão padronizado, sendo que a análise de trilha é composta por uma expansão da regressão múltipla quando envolvidas inter-relações complexas.

Essa avaliação possibilita aos programas de melhoramento subsidiar a visualização dos efeitos diretos que um caractere causa no outro e os efeitos indiretos dos outros caracteres relacionados. Oliveira (1996), empregando a análise de trilha, avaliou 16 genótipos de feijão-caupi e constatou que o peso de 100 grãos e o número de vagens por planta foram as variáveis com maior efeito direto positivo sobre o rendimento de grãos secos. Em estudo conduzido por Pal et al. (2004), na Índia, com genótipos de feijão-caupi tipo hortaliça, o número de dias para a colheita da primeira vagem verde, a altura da planta, o comprimento do pedúnculo, o

diâmetro da vagem verde e o número de vagens verdes por planta foram os componentes que mais influenciaram diretamente a produtividade de vagens verdes.

O objetivo deste trabalho foi avaliar os efeitos diretos e indiretos de caracteres nutricionais e culinário sobre a produtividade de grãos verdes, por meio da análise de trilha.

Material e Métodos

O material experimental constou de vinte linhagens de feijão-caupi de tegumento e cotilédone verdes, selecionadas no ensaio preliminar do Programa de Melhoramento de Feijão-caupi da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária do Meio-Norte (Embrapa Meio-Norte), e quatro testemunhas, incluindo cultivares e linhagens elites, totalizando vinte e quatro genótipos. O experimento foi conduzido na área experimental da Embrapa Meio-Norte, em Teresina-PI, com latitude de 05° 05' S, longitude de 42° 48' W Gr e altitude de 72 m, no ano de 2009, nos meses de agosto a dezembro, sob condições irrigadas.

Utilizou-se o delineamento experimental de blocos completos casualizados com quatro repetições. A parcela experimental teve as dimensões de 3,2 m x 5,0 m e constou de quatro fileiras de 5,0 m de comprimento, tendo como área útil as duas fileiras centrais. O espaçamento entre fileiras foi de 0,80 m e dentro da fileira, entre covas, de 0,25 m, o que resultou em 20 covas por fileira.

Foram avaliados os seguintes caracteres: produtividade de grãos verdes (PGV), tempo de cocção (TC), teor de proteína bruta (TPB), teor de ferro (TFe) e teor de zinco (TZn).

A produtividade de grãos verdes (PGV) foi avaliada por meio de colheita das vagens da área útil da parcela, debulha e pesagem dos grãos em gramas, sendo depois transformada para kg ha⁻¹. Com o intuito de padronizar a maturação dos grãos e das vagens, por ocasião de cada colheita, realizou-se a correção de umidade dos mesmos (ANDRADE et al., 2005). Para isso, de cada genótipo colhido, retirou-se uma amostra de dez vagens, pesou-se e, em seguida, colocou-se de molho em água, por um período de trinta minutos para grãos e uma hora para vagens.

As avaliações dos caracteres nutricionais e culinário foram realizadas no Laboratório de Bromatologia da Embrapa Meio-Norte. Utilizou-se o método de Kjeldahl (A.O.A.C., 1990) para determinação de proteína bruta e o método de absorção atômica, descrito por Sarruge e Haage (1974), para determinação de ferro e zinco. O tempo de cocção foi determinado utilizando-se o cozedor de Mattson, em três amostras de 25 grãos/genótipo, com teores de umidade entre 50 e 55%.

Para uma completa determinação dos efeitos da análise de trilha, incluiu-se no diagrama a variável X não correlacionada, como representativa dos efeitos residuais. Após o estabelecimento das equações básicas da análise de trilha, a resolução na forma matricial foi obtida pelo sistema de equações normais: $X'X\beta = X'Y$, onde: $X'X$ = matriz não-singular das correlações entre as variáveis explicativas; β = vetor coluna de coeficientes de trilha; $X'Y$ = vetor coluna das correlações entre as variáveis explicativas e a variável principal. Assim, tem-se:

$$r_{ix} = P_{ix} + \sum_{j \neq i}^n r_{ij} P_{jx}$$

onde: r_{ix} : correlação entre o rendimento de grãos e a i-ésima variável explicativa; P_{ix} : efeito direto da variável i sobre o rendimento de grãos; $r_{ij}P_{jx}$: efeito indireto da variável i, via a variável j, sobre o rendimento de grãos.

A solução de mínimos quadrados desse sistema é dada por: $\beta = (X'X)^{-1} X'Y$.

O coeficiente de determinação [$R^2_{10(1,2,\dots,9)}$] do modelo causal que mede o efeito das nove variáveis explicativas sobre a variável básica rendimento de grãos é dado por: $R^2_{10(1,2,\dots,9)} = P^2_{110} + P^2_{210} + \dots + 2P_{810}P_{8,9}P_{910}$, e os efeitos residuais expressos por: $P^2_{X10} = [1 - R^2_{10(1,2,\dots,9)}]^{1/2}$.

As análises foram realizadas por meio do programa computacional GENES (CRUZ, 2001).

Resultados e Discussão

A análise de trilha envolvendo os caracteres culinários (tempo de cocção-TC) e nutricionais (teor de proteína bruta-TPB, teor de ferro-TFe e teor de zinco-TZn) e a produtividade de grãos verde (PGV) é mostrada na Tabela 1.

Tabela 1. Estimativas de efeitos diretos e indiretos das correlações genéticas das variáveis explicativas nutricionais e culinária tempo de cocção (TC), teor de proteína bruta (TPB), teor de ferro (TFe) e teor de zinco (TZn), sobre variável básica produtividade de grãos verdes (PGV), obtidas a partir da avaliação de 24 genótipos de feijão-caupi. Teresina, PI, 2009.

Variáveis	Efeitos		Correlação
	Direto	Indireto	
TC vs PGV			
Efeito Direto	0,030		
Efeito Indireto TPB		0,010	
Efeito Indireto TFe		0,031	
Efeito Indireto TZn		-0,026	
Total			0,015 ^{ns}
TPB vs PGV			
Efeito Direto	0,564		
Efeito Indireto TC		-0,001	
Efeito Indireto TFe		-0,044	
Efeito Indireto TZn		0,058	
Total			0,577*
TFe vs PGV			
Efeito Direto	-0,398		
Efeito Indireto TC		0,002	
Efeito Indireto TPB		0,062	
Efeito Indireto TZn		0,046	
Total			-0,287 ^{ns}
TZn vs PGV			
Efeito Direto	0,130		
Efeito Indireto TC		0,006	
Efeito Indireto TPB		0,250	
Efeito Indireto TFe		-0,141	
Total			0,246 ^{ns}

^{ns}, * Não-significativo e significativo a 5% pelo teste t.

Verifica-se que PGV foi positivamente influenciada por TC, TPB e TZn e, negativamente, por TFe. Contudo, TC (0,030) e TZn (0,130) apresentaram efeitos diretos de baixa magnitude sobre PGV, que associados aos efeitos indiretos por via dos demais caracteres, resultaram em estimativas dos coeficientes de correlação genotípica não significantes (Tabela 1). O TPB foi o caráter de maior efeito direto positivo sobre PGV (0,564), que associado ao efeito indireto, por via do TZn (0,058), compensou os efeitos indiretos negativos, por via do TC (-0,001) e TFe (-0,044), resultando em estimativa positiva e significativa do coeficiente de correlação genotípica ($r_G = 0,577$).

A correlação genotípica negativa entre TFe e PGV ($r_G = -0,287$) resultou do efeito direto negativo (-0,398), que não foi compensado pelos efeitos indiretos positivos, por via do TC (0,002), TPB (0,062) e TZn

(0,046) (Tabela 1). Assim, a seleção visando o aumento da produtividade de grãos verdes dificilmente trará ganhos para o teor de ferro em feijão-verde.

Conclusões

O teor de proteína bruta, dentro os caracteres nutricionais e culinário, foi o que mais influenciou diretamente a produtividade de grãos verdes. A seleção visando o aumento da produtividade de grãos verdes dificilmente trará ganhos para o teor de ferro em feijão-verde para o grupo de genótipos avaliados.

Referências

- ANDRADE, F. N. ROCHA, M. M.; FREIRE FILHO, F. R.; RIBEIRO, V. Q.; RAMOS, S. R. R. Potencial genético de linhagens e cultivares de feijão-caupi para produção de feijão-verde. In: ENCONTRO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA FAPEPI, Teresina, 2005. **Anais**. Teresina: FAPEPI, 2005. 1 CD-ROM.
- AOAC. (ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS). **Official methods of analysis**. 15.ed. Washington: AOAC, 1990.
- CRUZ, C. D. **Programa genes**: versão windows; aplicativo computacional em genética e estatística. Viçosa: UFV, 2001, 648p.
- CRUZ, C. D.; CARNEIRO, P. C. S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa: UFV, 2003. 579p.
- OLIVEIRA, F. J. Análises uni e multivariada aplicadas em cultivares de feijão macassar (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.). 1996. 136 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.
- PAL, A. K.; SINGH, B.; MAURYA, A. N.; KUMAR, S. Correlations and path analysis in cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.). **South Indian Horticulture**, v. 52, part 1/6, p. 82-88, 2004.
- SARRUGE, J. R.; HAAGE, H. P. **Análise química em plantas**. Piracicaba: ESALQ. 1974. 56p.
- VENCOVSKY, R.; BARRIGA, P. **Genética biométrica no fitomelhoramento**. Ribeirão Preto: Sociedade Brasileira de Genética, 1992. 486p.
- WRIGHT, S. Correlation and causation. **Journal of Agricultural Research**, v. 20, p. 557-585, 1921.